الأمثليـــة في صيـــانة الآلة

أ. **سمير بوعافية** (المركز الجامعي المدية) – الجزائر

ملخص:

رغم محدودية الإجراءات المعتمدة لاستبدال المصنوعات السهلة العطب في الآلة، والتي تمتد من لحظة ظهور علامات التآكل عليها و حتى انكسارها و بالتالي عطل الآلة، فإنها تطرح إشكالية المفاضلة بسبب تعددها، و بالتالي في هذه الورقة البحثية سنتعرض للنموذج الرياضي المعتمد لحل هذا الإشكال مع محاولة تطبيقه على بعض الأجزاء التي توصف بخاصية سهولة الانكسار في مؤسسة مطاحن الحضنة بالمسيلة.

Abstract:

Despite the limited actions used to replace the easy rotting manufactured parts in the machine which extends from the moment of emergence of sings of erosion and so forth until its breaking ,and there fore ,it poses the problematic of multiple choices.

In this paper, we are going to get a mathematical model adapted to solve this problem and trying to apply it to some parts that are easy to get broken in the cered enterprise of m'sila.

مقدمة:

يعتبر نظام الصيانة بوابة الأمان لتحقيق الاستقرار الإنتاجي، فهو بمثابة حارس أمين للمنشأة من الاضطرابات الإنتاجية، هذه الاضطرابات التي قد تؤدي إلى خلل في التزامات المنشأة تجاه عملائها ومورديها، أو أنها قد تؤذي محيطها البيئي بسبب الخلل الإنتاجي، ولأن نظام الصيانة كغيره من الأنظمة له مدخلات ومخرجات وتحسب كفاءته من خلال النسبة بين

المخرجات والمدخلات، ولأن هدفه هو نفس هدف الأنظمة الأخرى المتمثل في تعظيم المخرجات على حساب المدخلات،فإن دراستنا في هذه الورقة البحثية تتركز على الكيفية التي يمكن بها تحقيق هذا الهدف.

I –مفهوم الصيانة وتكلفة أنواعها

I-1- مفهوم الصيانة:عرفت الصيانة منذ زمن بعيد، لكن مفهومها تبدل حسب الزمان والمكان وكذلك أنواعها وأسلوب تنظيمها، فقد استخدم المسلمون مصطلح الصرافة مرادف للصيانة، فعلى سبيل المثال أورد "الزيلعي" فتوى في مسالة صيانة الوقف وذلك عندما أفتى في حد العمارة ودلك بقوله:" بقدر مكان يبقى الموقوف على الصفة التي وقف بها الواقف، لأن الصرف إلى العمارة ضرورة لإبقاء الوقف ولا ضرورة في الزيادة"[1] .

واكب مفهوم الصيانة التطورات التقنية المتسارعة التي دخلت على مجالات الإنتاج الصناعي وغير الصناعي، حيث عرفت قبل الحرب العالمية الثانية على أنها " إصلاح العطب بعد حدوثه"، وبالتالي ركزت إدارة المنشآت في أول الأمر على المفهوم التقليدي للصيانة والمتمثل في إصلاح العطل بعد حدوثه، ولكن خلال الحرب العالمية الثانية تزايد الاهتمام بوظيفة الصيانة نتيجة لتزايد الحاجة لتوفير السلع الحربية لتغطية احتياجات ومتطلبات الحرب، فوقع على عاتق إدارة الصيانة مهمة استمرار العملية الإنتاجية بشكل دائم وبكفاءة إنتاجية عالية، ونتيجة لعدة أسباب تطور الاهتمام بالصيانة لتصبح عمل يومي كباقي الأعمال الأخرى منها:

ا–زيادة درجة تعقد المعدات والأجهزة.

ب–زيادة درجة المكننة والأتمتة.

ج–زيادة الدقة في تحديد وتنفيذ جدولة الإنتاج والعمليات.

د–زيادة متطلبات السيطرة على النوعية سبب تزايد حدة المنافسة.

وبالتالي ظهر المفهوم الحديث للصيانة سواء الذي يركز على شمولية هدفها يدل إصلاح العطل، أو شمولية إجراءاتها، وفيما يلي نورد بعض التعريف للصيانة طبقا لهذا المفهوم الحديث:

تعريف1: تعرف الصيانة على أنها إصلاح التلف الناتج عن الاستعمال وكذلك الوقاية من هذا التلف لتجنب وقوعه والمحافظة على القدرة لأداء العمل بشكل اقتصادي" [2]

تعريف2: " الصيانة هي مجموعة من الأعمال الفنية التي يتم القيام بتخطيطها والرقابة عليها والتي تهدف إلى المحافظة، على أصول المشروع في حالة تسمح لها بأداء وظيفتها وفقا لطاقتها المحددة مقدما بتكلفة اقتصادية"[3] .

تعريف3: " الصيانة هي عمل أو مجموعة أعمال التي يقصد بها الحفاظ على أداء عمل أو جزء أو مجموعة أجزاء وإعادتها إلى حالتها الأولية" [4]

من التعاريف السابقة يمكن أن نستنتج أن الصيانة لم تعد إصلاح العطل بقدر ما تطور هدفها إلى منع حدوثه في المستقبل من خلال صيانة الآلات والأجهزة، كما أن إجراءاتها لم تعد تنحصر في مجرد أعمال إصلاح الأعطال، بل أصبحت عمل إداري يخطط وينظم ويراقب من أجل تحقيق هدف يتمثل في تلبية متطلبات المستوى الإنتاجي لقسم الإنتاج، كما ركزت التعاريف السابقة على مفهوم الكفاءة لنظام الصيانة بدل مفهوم الفعالية وهذا ما يمكن أن نلمحه من التعريف الثاني، وبالتالي الصيانة هي مجموعة الأعمال التي يكون هدفها الحفاظ على التجهيزات الآلية في المؤسسة وإعادتها إلى حالتها الأولية بهدف تنفيذ خطة الإنتاج بأقل تكاليف ممكنة.

I -2- أنواع الصيانة: نظرا للحيز الذي تشغله المعدات والتجهيزات في المؤسسة مقارنة مع باقي الأجزاء المكونة لها، ونتيجة للاستعمال المستمر لهذه التجهيزات فإنه بات من الضروري الاهتمام بهذه الأخيرة لضمان سيرورة

الإنتاج، وهذا لن يتم إلا عن طريق الصيانة والإصلاح، وهنا يجب التمييز بين تصنيفين للصيانة.

ا -2- 1- الصيانة الوقائية: إن الأساس الذي تنطلق منه وظيفة الصيانة الوقائية هو التفكير المسبق والاستعداد للحالات الطارئة قبل وقوعها، أي أنها " تقوم على التخطيط السليم لمنع حالات التوقف المفاجئ في المعدات وذلك عن طريق وضع برنامج محدد للقيام بصفة دورية بتنظيف وخدمة جميع الأجهزة وفحصها والتفتيش عليها، وإحلال الأجزاء المتآكلة بأجزاء أخرى جديدة"[5]

ا – مفهوم الصيانة الوقائية : هي الصيانة التي يتم القيام بها قبل حدوث العطل، بغرض التقليل من احتمال وقوع الأعطال أو التدهور في الحالة التشغيلية للتجهيز. [6]

ب – أقسام الصيانة الوقائية : تنقسم الصيانة الوقائية إلى قسمين هما :

- **الصيانة الوقائية الشرطية :** هي مجموع العمليات التي تهدف إلى التنبؤ بصلاحية جميع الأجزاء المتحركة وغير المتحركة في الآلة، وبالتالي معرفة جميع الأعراض التي تظهر على الآلة ومعالجتها دون اللجوء إلى توقف الإنتاج، فهي إذن أداة تنبؤية للأعطال والتشوهات التي قد تصيب القطع والأجزاء دون تفكيك الآلة[7] ، بمعنى أنها تعتمد عل الحالة التشغيلية للعتاد، ويرتكز هذا النوع من الصيانة على مجموعة من المقاييس منها تحليل كل التشوهات التي قد تظهر خلال عمليات المراقبة والفحوص الدورية.

- **الصيانة الوقائية النظامية :** هذا النوع من الصيانة يترجم من خلال التنفيذ المباشر على التجهيز، حيث تكون أوقاتها محددة مسبقا، وتدخلاتها ذات أهمية تدريجية انطلاقا من تغيير بعض القطع في التجهيز وصولا إلى المراجعة الشاملة.

ج– عمليات الصيانة الوقائية: وتشمل:

- **الصيانة الدورية:** يتمثل في أعمال الصيانة التي يتم القيام بها من أجل إعداد المنتجات حسب المواصفات المحددة لها (أي المعايير المقبولة)، وتتم جدولة الأعمال والأنشطة وفقا لحجم الصيانة المطلوبة بصورة دورية، وتشمل الصيانة الدورية ثلاث مراحل هي : [8]

- **الإصلاح البسيط:** ويتضمن تغيير بعض الأجزاء سريعة الاستهلاك خلال الفترات التشغيلية وبشكل دوري.

- **الإصلاح المتوسط:** يشمل الأعمال الأكثر تعقيدا من الإصلاح البسيط، ويتضمن تغيير بعض الأجزاء التالفة، بالإضافة إلى أعمال الضبط والتنظيم للمعدات وجميع أعمال الإصلاح البسيط، ومن أمثلة التصليح المتوسط صيانة موزع الوقود في السيارة .

- **الإصلاح الشامل:** يقصد به تبديل كثير من الأجزاء والوحدات في المعدات، أي تجديد وتحديث الأجهزة وإعادتها إلى الحالة التشغيلية المعيارية التي كانت عليها وفق المؤشرات الفنية والتصميمية، ويتطلب الإصلاح الشامل فرق صيانة تتمتع بكفاءة ومهارة عالية، وتجري خلال أعمال التصليح الشامل تنفيذ جميع الأعمال المتعلقة بالإصلاح البسيط والمتوسط.

- **التفتيش:**يختص بالمراجعة الروتينية للمباني والأجهزة والآلات لمعرفة حالتها ومدى احتياجها إلى إجراء التصليحات، ويكون التفتيش إما تفصيليا وتتكرر مراته في حالة الأجهزة الآلية للإنتاج، أو يكون إجمالا على فترات متباعدة في حالة الأجهزة والمعدات والقطع المخزنة، وحين الانتهاء من عملية التفتيش يقوم المختص بإعداد تقرير يبين فيه الحالة أو العيوب الموجودة، وأسباب وجودها واقتراح الاستبدالات في الأجزاء والقطع التي تتكون منها الآلة. [9]

د – أهمية الصيانة الوقائية :

– تخفيض التكلفة الكلية للصيانة.

– تحسين دورة حياة التجهيز.

– زيادة معولية و إتاحة التجهيزات.

– التقليل من اختناقات العمل عن طريق التنظيم المسبق لتدخلات الصيانة.

– التسيير العقلاني لمخزون قطع الغيار [10].

– تحقيق قدر أكبر من الأمان والسلامة لعمال الصيانة نظرا لانخفاض معدل الحوادث الصناعية.

– التقليل من تعطل الآلات أو الانخفاض في كفاءتها الإنتاجية [11].

– زيادة كفاءة أداء المعدات وتحسين نوعية الإنتاج نتيجة لانخفاض نسبة الإنتاج المعيب بسبب الأعطال الفجائية.

– تخفيض الحاجة إلى رؤوس الأموال المستثمرة في المعدات والآلات البديلة، نتيجة لأداء المعدات للخدمة في الوقت المناسب. [12]

ا –2–2–الصيانة العلاجية: تعبر الصيانة العلاجية عن المفهوم التقليدي لوظيفة الصيانة في المؤسسة، حيث كانت تقتصر على إجراء التصليحات أو التسوية المؤقتة للأعطال عند حدوثها لإعادة تشغيل الآلة من جديد،ومع التطور التكنولوجي السريع اتسعت عمليات الصيانة العلاجية لتشمل [13] :

- تحليل أسباب الأعطال.
- استعادة الحالة التشغيلية للجهاز سواء بإجراء التسوية المؤقتة للعطل أو الإصلاح الكلي.

- إجراء التحسينات الممكنة (التصليحات) والهادفة إلى تفادي تكرار الأعطال أو التقليل من آثارها على النظام الإنتاجي.
- إجراء تدخلات الصيانة التي تسمح باستغلال التجهيز مرة ثانية.

ا – مفهوم الصيانة العلاجية : يقصد بهذا النوع من الصيانة عمل الإصلاحات اللازمة للمعدات حين توقفها عن العمل لأسباب فنية كحدوث كسر أو تآكل في أحد أو بعض أجزائها، فمهما كانت الصيانة الوقائية دقيقة ومنظمة فلا بد أن يحدث عطل للمعدات، لذلك لابد من توفر الإمكانيات اللازمة لإصلاح العطل في لحظة حدوثه حتى لا يتعطل الإنتاج. [14]

ب – أقسام الصيانة العلاجية: تنقسم الصيانة العلاجية إلى قسمين هما: [15]

– **الصيانة الإستشفائية:** وهو العمل الذي يؤدى بعد حدوث القصور لأي من التسهيلات أو الآلات، ولكنه عمل أعدت له الاحتياطات والتدابير سلفا، من توفير لقطع الغيار والمواد اللازمة للصيانة والمعدات والعمالة الماهرة المتخصصة.

ب– الصيانة التخفيفية: هي أعمال الصيانة التي تختص بالإصلاح المؤقت للتلف الذي يحدث فجأة ودون توقع، والهدف منه التخفيف من آثار العطل على مستوى أداء الآلة.

ج – عمليات الصيانة العلاجية : وتشمل

– **الإختبارات:** وتجرى لمقارنة مدى التوافق بين الأجزاء أو القطع المركبة حديثا وتلك الأجزاء الأصلية في الآلة.

– **الكشف:** هو نشاط يعتمد على الملاحظة والمراقبة المستمرة للتبليغ عن ظهور أي عجز أو عطل في الآلة.

– **التعيين:** هو نشاط لتحديد العناصر التي يظهر العجز من خلالها. [16]

– **التشـخيص:** التعرف علـى أسـباب العطـل اسـتنادا إلـى اسـتدلالات منطقية. [17]

– **المراجعـة:** مجموعـة مـن العمليـات المتمثلـة فـي المراقبـة، الفحـص والتدخلات المنفذة بهدف حمايـة التجهـز مـن الأعطـال الكبيـرة، وهـذا ضمن وحدات الاستعمال المحددة ، وتكون المراجعة إما محدودة أو شاملة.

– **التسوية المؤقتة للعطل:** ويخص الأعطال الجزئية كأن تتلف قطعة غيار وتهتلك، وهذا النوع من الأعطال يفسد على الآلة الاستمرارية في أداء عملها وبالتالي التأثير على نوعية المخرجات،وفي هذه الحالة تتم تسوية العطل بوجود أعوان مختصين ومكلفين بتشخيص العطل.

– **تصليح العطل:** ويخص الأعطال الكلية كأن يتلف جزء أو أكثر من الآلة، وهذا النوع من الأعطال يوقف الآلة نهائيا وتصبح غير صالحة للعمل إلا بعد التصليح [18]، وفي هذه الحالة فإن فريق الصيانة مكلف في وقت محدد بضرورة تفكيك وتركيب الأعضاء الساري فيها العطل ليترك المجال لإعادة تشغيل الآلة من جديد.

د– مزايا وعيوب الصيانة العلاجية: [19]

– **المزايا :**

– أنشطة مختزلة حسب أولويات الأعطال.

– تطبق على التجهيزات بعد حدوث العطل، وبالتالي تفادي حدوث أخطار أثناء إجراء عمليات الصيانة.

– **العيوب :**

– تسيير غير عقلاني لمخزون قطع الغيار.

- عدم التحكم في إتاحية (جاهزية) التجهيزات.
- تكلفة الأعطال في الغالب مرتفعة.

I-3- تكاليف أعمال الصيانة:

تكلفة صيانة آلة أو عتاد خلال مدة معطاة (شهر أو سنة مثلا) هي كل المدفوعات الخاصة بنشاط الصيانة للعتاد، ويمكن تقسيمها إلى:

I-3- 1-تكلفة الأجور [20] : الأجر هو مقابل الحصول على جهد بشري ولا يمكن تصور عمل منتج دون تدخل بشري حتى وإن كان العمل آلي فإنه يتم بتوجيه إنساني ومن خلال جهد بشري منظم مسبقا، وقد يكون الأجر متمثل في النقود التي يحصل عليها العامل في نهاية مدة محددة ولقاء القيام بعمل معين، وقد يتمثل الأجر في مجموعة مزايا عينية أو تأمينات اجتماعية وصحية إضافة إلى الأجور النقدية، وتقسم أجور عمال الصيانة إلى قسمين رئيسيين هما:الأجور الداخلية، والأجور الخارجية، وبينما تتمثل هذه الأخيرة في مجموع المبالغ المدفوعة للفنيين وورشات الصيانة من خارج المؤسسة مقابل خدماتهم في صيانة وإصلاح الآلات والتجهيزات والتي بدورها تنقسم إلى أجور الصيانة المعروفة في السوق، وأجور الصيانة المعروفة عن طريق المنتج، وتنظم عادة في عقود سنوية أو اتفاق آلي، فإن الأجور الداخلية تمثل مجموع المبالغ المدفوعة للفنيين والعمال وورشات الصيانة من داخل المؤسسة مقابل عملهم وأدائهم لأعمال الصيانة والإصلاح لتجهيزات المؤسسة، كما يقسم هذا النوع من الأجور إلى أجور فرق عمل للصيانة الداخلية وإلى مجموعة الحوافز وإلى أجور ساعات العمل الإضافية التي يتلقاها عمال الإنتاج مقابل قيامهم بأعمال الصيانة إلى جانب عمال الصيانة، حيث الإدارة تستفيد من خبرتهم نتيجة تعاملهم اليومي مع الآلة، وهناك نوع ثالث من أنواع عمال الصيانة يتمثل في نفقات تدريب عمال هذه الأخيرة.

I-3- 2-تكلفة المواد: [21] المواد هي كل ما يستخدم من قطع تبديليه خلال عمليات الصيانة، حيث يكون سبب إهتلاكها عاملي الاحتكاك والتآكل الناجمين عن الاستخدام الطبيعي ، أو بسبب العوامل الجوية كالصدأ، أو نتيجة الإهمال والتقصير في تطبيق أساليب الصيانة الوقائية، ويمكن أن نميز بين قطع تبديليه مستخدمة باستمرار، وقطع تبديليه وإستراتيجية.

I-3- 3-التكلفة غير المباشرة:[22] يعتبر هذا النوع جزء مهم من أجزاء التكلفة حيث تلعب دورا أساسيا في زيادة تكلفة الصيانة، ويتزايد بعض هذه العناصر مع تزايد حجم الإنتاج كالوقود، ويشكل البعض الآخر نفقة ثابتة كالإيجارات والإهتلاكات والتأمين، ويشمل هذا النوع من التكاليف الزيوت والشحوم والمواد المساعدة إضافة إلى وقود آلات الصيانة والعدد كقضبان اللحام والقواطع الكهربائية والدهان والماء والكهرباء وكذلك تكاليف إزالة مخلفات الصيانة والمحافظة على البيئة، ويضاف إلى ما سبق نفقات التخزين والتأمين على المخزون، كما يشمل هذا الجزء أجور المشرفين والإداريين في إدارة الصيانة كما تعتبر تكلفة النقل كعنصر تكلفة غير مباشرة عندما تعتمد الإدارة الصيانة سياسة الصيانة المركزية، إذ يتوجب في حالة كهذه نقل الآلات و القطع العاطلة إلى الورشات، و على العكس يزداد استهلاك العدد و الكميات المنقولة من المواد المساعدة عندما تعتمد الإدارة الصيانة اللامركزية.

I-3- 4-تكلفة الوقت الضائع:تكلفة الوقت الضائع تتمثل في مجموع الأجور المدفوعة للعمال المتوقفين، بالإضافة إلى تكلفة تعطل المعدات و المكائن عن العمل و يمكن احتسابها من خلال : [23]

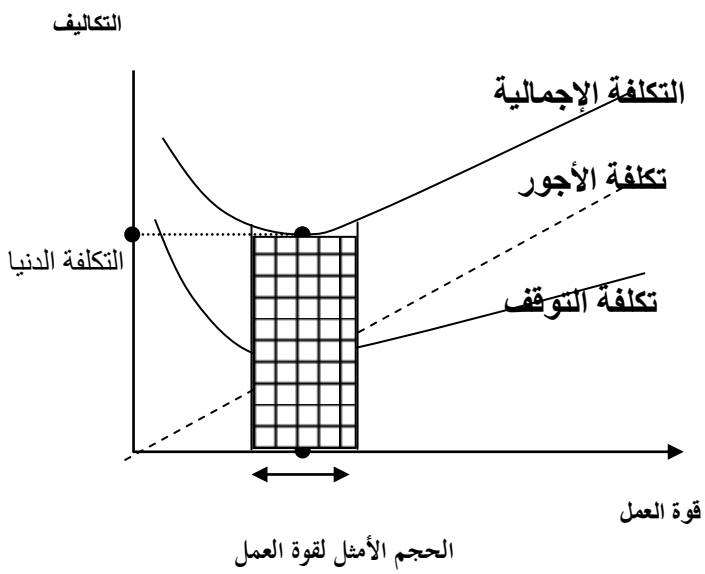
ا- حساب قيمة الإنتاج الذي من الممكن أن تنتجه هذه الماكنة لو لم تتعطل عن العمل و هذا ما يسمى خسارة الإنتاج .

ب- حساب أجور عمال الإنتاج العاطلين عن العمل بسبب توقف المعدات و أثناء فترات إصلاحها .

II- الموازنة بين سياسة الصيانة الوقائية و الصيانة الإصلاحية .

II-1- السياسة المثلى للصيانة : هدف إدارة الصيانة هو توفير القدرة للنظام الإنتاجي على تحقيق و تجسيد خطة الإنتاج بأقل تكاليف ممكنة، و يمكن لهذا النظام (نظام الصيانة) تحقيق هذا الهدف من خلال إتباع سياسة صيانة تخفض مجموع تكاليف أعمال الصيانة إلى أدنى مستوى لها، الذي هو المستوى الأمثل لأعمال الصيانة ، و الشكل التالي رقم (1) يبين العلاقة بين الصيانة الوقائية و الصيانة الإصلاحية و حجم تكاليف المرافق لكل سياسة صيانة.

الشكل رقم (1) : حجم القوة العاملة الأمثل لوظيفة الصيانة



المصدر: سامي مظهر قنطقجي : ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية، منشورات جامعة حلب، سوريا، 1995، ص 27.

يظهر الشكل العلاقة بين كل من صيانة الوقائية و الصيانة الإصلاحية، فحتى نقطة معينة كلما ارتفعت تكاليف الصيانة الوقائية كلما انخفضت التكاليف الكلية للصيانة، و ذلك لأن ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية يؤدي عادة إلى انخفاض تكاليف الصيانة الإصلاحية و بدرجة أكبر، و يرجع السبب في هذا إلى أن ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية يعني حجم أعمال الصيانة أكبر، مما يعني كفاءة أكبر لأعمال الصيانة الوقائية مما يؤدي بدوره إلى انخفاض التكاليف الكلية للصيانة، و بعد النقطة السابقة تقل كفاءة أعمال الصيانة الوقائية مما يعني أن الارتفاع في حجم أعمال هذه الأخيرة يصاحبه انخفاض في تكاليف الصيانة الإصلاحية.لكن درجة الانخفاض في تكلفة هذه الأخيرة تكون أقل من ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية، و هو ما يؤدي بدوره إلى ارتفاع التكاليف الكلية للصيانة مرة أخرى و بالتالي إذا رسمنا خط أفقي من أدنى نقطة في منحنى التكاليف الكلية، فإنه يقطع كل منحنى تكاليف الصيانة الوقائية في نقطة و تكاليف الصيانة الإصلاحية في نقطة أخرى و النقطتين السابقتين تمثلان مستوى التكاليف النموذجي الواجب إنفاقه على كل من الصيانة الإصلاحية و الصيانة الوقائية على التوالي، و بالتالي فإن سياسة الصيانة الواجب إتباعها هي السياسة التي تهدف إلى تخفيض التكاليف الكلية للصيانة و ليست السياسة التي تهدف الى تحقيق اكبر انخفاض في أي من تكاليف الصيانة الوقائية أو الإصلاحية على حدا.

II- 2-التوزيع الاحتمالي للعطل:تتوقف عملية المفاضلة بين سياسة الإصلاح و سياسة الصيانة الوقائية على تكلفة كليهما، وعلى التوزيع الاحتمالي للعطل كمتغير عشوائي و هو محور دراستنا في هذا الجزء.

II- 2-1-حالة المعطيات المنقطعة:

ا-**احتمال عدم التعطل عن العمل:** ليكنT متغير عشوائي يمثل مدة العمل بدون تعطل، حيث تعطى دالة عدم التعطل له بالعبارة:

$$V(t) = P_r(T \geq t)$$

حيث: $V(t)$ هو احتمال عدم و تعطل للمصنوعة خلال مدة تشغيل سبق تعيينها أو في حدود حجم عمل محدد مسبقا، ويمكن تقريب هذه القيمة إلى النسبة بين عدد المصنوعات التي تحتفظ بمقدرتها على العمل خلال الفترة الزمنية المعطاة و بين العدد الإجمالي للمصنوعات محل التجربة ، فإذا فرضنا $n(0)$ هو عدد المصنوعات أو الأجزاء المتماثلة و العاملة في نفس ظروف التشغيل و $n(t)$ هو عدد المصنوعات التي احتفظت بمقدرتها على العمل خلال الفترة الزمنية المعطاة نفسها، فإن احتمال عدم ظهور تعطل للمصنوعة خلال مدة تشغيل سبق تعيينها أو في حدود حجم عمل محدد مسبقا هو :

$$V(t) = P_r(T \geq t) = \frac{n(t)}{n(0)}$$

و إذا أخذنا بعين الاعتبار أن واقعتي الصلاحية و التعطل هما واقعتين متضادتين فان احتمال التعطل هو:

$$j(t) = P_r(T \prec t) = 1 - P_r(T \geq t)$$

لان:

$$j(t) + P_r(T \geq t) = 1$$

ب-احتمال ظهور تعطل للمصنوعة بين اللحظتين t و t-1[25] :

$$P_t = p_R(t-1 \leq T \leq t) = \frac{n(t-1) - n(t)}{n(0)}$$

$$= V(t-1) - V(t)$$

و بالتالي من هذه النتيجة فان احتمال ظهور تعطل للمصنوعة بين اللحظتين t و $t + \Delta t$ هو $V(t) - V(t + \Delta t)$ أو إذا كانت Δt تؤول الى الصفر

فان النسبة: $\frac{V(t)-V(t+\Delta t)}{\Delta t}$ تؤول بالتعريف الى $-V(t)\Delta t$ و بالتالي لدينا كنتيجة أن: $-V(t)\Delta t$ هي احتمال تعطل للمصنوعة بين اللحظتين t و $t+\Delta t$ لما يؤول t الى الصفر[26] .

ج-الاحتمال الشرطي للتعطل $p_C(t)$: و هو احتمال ظهور تعطل للمصنوعة بين اللحظتين t و (t-1)، و الملاحظ عليه أنه احتمال شرطي لحسابه نلاحظ أن احتمال P_t هو جداء الاحتمالين $V(t)$ و $p_C(T)$ أي:

$$P_r((t-1)\le T\le t)=P_r(T\ge(t-1).P_c(t))$$

و منه:

$$P_c(t)=\frac{P_r((t-1)\le T\le t)}{P_r(T\ge t-1)}$$

$$=\frac{n(t-1)-n(t)}{n(0)}.\frac{n(0)}{n(t-1)}$$

$$=\frac{-n(t)+n(t-1)}{n(t-1)}$$

$$=1-\frac{n(t)}{n(t-1)}$$

II- 2-3-حالة المعطيات مستمرة[27] :إذا كانت $V(t)$ هي دالة الكفاءة للمصنوعة و هي دالة رتيبة و متناقصة حيث:

$$\lim_{t\to+\infty}V(t)=0$$

$$V(0)=1$$

فانه يمكننا إيجاد $J(t)$ و $P(t)$ و $P_c(t)$ بسهولة كما يلي:

ا-احتمال حدوث تعطل واحد على الأقل في الزمن t: أي الاحتمال التجميعي للعطل $J(t)$ حيث:

$$J(t)=P_r(T\le t)=1-V(t)$$

$$=1-P_r(T \geq t)$$

لان:

$$P_r(T \geq t)+P_r(T \leq t)=1$$

نفترض أن دالة الكثافة الاحتمالية $I(t)$ للمتغير المستمر T موجودة و مستمرة حيث:

$$I(U)dt = P_r(t \leq T \leq t+dt)$$

$I(t)$ هي احتمال عجز المصنوعة بين اللحظتين t و $t+dt$

$$I(t)=\frac{d}{dt}J(t)$$

$$=\frac{d}{dt}V(t)$$

إذن:

$$1-V(t)=J(t)=\int_0^t I(U)dU$$

ب-الاحتمال الشرطي للتعطل $\lambda(t)$: و هو احتمال عجز المصنوعة بين اللحظتين t و $t+dt$ بشرط أنها كانت تعمل حتى اللحظة t .

تدينا:

$$P_r(t \leq T \leq t+dt)=P_r(T \geq t)*\lambda(t)dt.....(1)$$

$$(1) \Rightarrow N(t)=\frac{P_r(t \leq T \leq t+dt)}{P_r(T \geq t)dt}$$

$$=\frac{I(t)dt}{P_r(T \geq t)dt}$$

$$=\frac{I(t)}{V(t)}$$

$$=\frac{\frac{-d}{dt}V(t)}{V(t)}$$

$$= \frac{\dot{V(t)}}{V(t)}$$

حيث $\dot{V(t)}$ هي مشتق $V(t)$ بالنسبة الى t و يسمى المعدل $= \frac{\dot{V(t)}}{V(t)}$ معدل التعطل.

ج-متوسط العمل بدون تعطل $\bar{t}$:

$$\bar{t} = \int_0^{\infty} tI(t)dt$$

$$= \int_0^{\infty} V(t)dt$$

II- 3-عملية المفاضلة بين سياسة الصيانة الإصلاحية والوقائية: لنفترض آلة تحتوي على جهاز يتصف بخاصية سهولة العطل، و بالتالي يتسبب في انقطاع الانتاج، و لأجل تفادي هذه المشكلة هناك حلان لا ثالث لهما[28] :

الحل الأول: ننتظر حتى حدوث العطل لهذا الجزء و نقوم بعملية الصيانة الإصلاحية و بالتالي يكون متوسط تكلفة العطل في وحدة الزمن هو C_1 حيث:

$$C_1 = \frac{A+B}{\bar{t}}$$

$\bar{t}$:متوسط زمن العمل بدون تعطل للمصنوعة أو متوسط زمن الحياة.

A: تكلفة تصليح العطل.

B:تكلفة انقطاع الانتاج.

الحل الثاني: استبدال المصنوعة بعد معدل إهتلاك معين و ليكن مثلا من 70% الى 80 ، أي يتم استبدال المصنوعة بعد فترة زمنية من عملها و لتكن θ حيث θ اصغر من $\bar{t}$ ، و في هذه الحالة نواجه القرارين التاليين:

1- إذا لم تتعطل المصنوعة قبل الفترة θ المحددة مسبقا، فان التكلفة تكون ممثلة في تكلفة الإصلاح A ،في حين تكلفة التعطل أو انقطاع الانتاج تكون معدومة لأننا تدخلنا قبل حدوث العطل و استبدلنا المصنوعة و بالتالي منعنا الآلة من التعطل.

2- في حالة تعطل المصنوعة قبل الفترة المحددة θ أي T اصغر من θ فان تكاليف الصيانة هي نفسها في غياب عمليات الصيانة الوقائية، أي هناك الصيانة الإصلاحية و احتمال هذه الحالة هو $P_r(T \le \theta)$ ، لذلك يكون متوسط تكاليف العطل هو[29] :

$$A\,P_r(T \ge \theta) + (A+B)\,P_r(T \le \theta) = AV(\theta) + (A+B)(1-V(\theta))$$

$$= AV(\theta) + A + B - (A+B)V(\theta)$$

$$= AV(\theta) + A + B - AV(\theta) - BV(\theta)$$

$$= A + (1-V(\theta))B$$

و بالتالي التكلفة المتوسطة في وحدة الزمن هي θ حيث:

$$C_2 = \frac{A + (1-V(\theta))}{\bar{t}\theta}$$

حيث:

$$\bar{t}\,\theta = \int_0^{\theta} V(t)dt$$

لكي تكون الصيانة الوقائية ذات فائدة يجب أن تكون $C_2 \le C_1$ بمعنى:

$$\frac{A + (1-V(\theta))B}{\bar{t}\theta} \le \frac{A+B}{\bar{t}}$$

بضرب طرفي المتراجحة في القيمة $\bar{t}\,\bar{t}\,\theta$ نجد:

$$A.\bar{t}+B\bar{t}-BV(\theta)\bar{t}=A\bar{t}\theta+B\bar{t}\theta$$

لكـــــــــــــن: و $\bar{T}=\int_0^{\infty}Vdt$

$$\bar{t}\theta=\bar{t}-\bar{T}\theta$$

إذن:

$$-BV(\theta)\bar{t}\le-(A+B)\bar{T}\theta$$

أي:

$$\frac{A+B}{B}\le\frac{V(\theta)\bar{t}}{\bar{T}\theta}$$

و منه:

$$C_1\le B\frac{V(\theta)}{\bar{T}\theta}$$

تحت الشرط السابق، فان لحظة إجراء الصيانة الوقائية التي تجعل من متوسط تكاليف الصيانة الوقائية في وحدة الزمن اصغر ما يمكن هي θ، بمعنى آخر فان C_2 هي دالة متناقصة ثم متزايدة بالنسبة الى θ و حتى نحصل على النهاية الصغرى لها نشتق C_2 بالنسبة الى θ و نساوي الناتج للصفر فنحصل بعد جملة مطولة من الحسابات و الاختصارات على[30] :

$$-t\theta\lambda(\theta)\bar{}+V(\theta)=\frac{A+B}{B}$$

إن هذه الحسابات ممكنة إذا كانت المعطيات مستمرة، أي إذا كانت $\frac{1}{V(\theta)}$ معطاة على شكل دالة بمتغير حقيقي θ، في حين يمكن تحديد θ التي تجعل من C_2 أدنى ما يمكن بعد حساب القيم الموجودة في الجدول الموالي، و هذا في الحالة التي تكون فيها المعطيات غير مستمرة، و بالتالي فان خطوات البحث عن θالتي تجعل C_2 في حدها الأدنى هي:

1-تحديد مجموعة قيم θ.

2-نحسب باقي القيم الموجودة في الجدول.

3-نبحث عن قيمة θ التي يكون عندها $-\overline{t_\theta}.\lambda(\theta)+V(\theta)=\frac{A+B}{B}$ و C_2 عند حدها الأدنى.

الجدول (1): خطوات البحث عن θ التي تجعل من C_2 أدنى ما يمكن

θ	V	1− V(θ)	V/Δ θΔ	$\overline{t_\theta}=\sum V(\theta)$	$\overline{T_\theta}$	$V/\overline{T_\theta}$	$-\frac{\overline{t_\theta}}{v}.\frac{\Delta V}{\Delta\theta}+V$

المصدر: Ibid.P145

III- دراسة حالة بعض المصنوعات بمؤسسة مطاحن الحضنة

III-1- اختيار مصنوعات للدراسة

حسب المعلومات المتوفرة من مصلحة الصيانة بالوحدة التابعة مطاحن الحضنة تبين أن هناك الكثير من المصنوعات التي يتوقف معدل عطلها على حجم اشتغالها، و بالتالي على حجم الإنتاج، من هذه الأجهزة على سبيل المثال لا الحصر :

III-1-1-الحزام الناقل للحركة للغربال:هذا الجزء هو المسؤول عن نقل الحركة من المحرك إلى الغربال حيث هناك ثلاثة غرابيل و كل غربال مكون من حوالي 250 غربال صغير ، و بالتالي هناك ثلاثة محركات كل محرك يحتاج إلى 20 ناقل حركة مصفوفة بالتوازي، حيث كل ناقل للحركة مسؤول عن تحريك أجزاء من الغربال الواحد من الأنواع الثلاثة، مع العلم أن المادة المرحية تمر على الغرابيل الثلاثة واحد تلوى الآخر، و ما نود الإشارة له هنا هو أن تعطل ناقل حركة وحيد يعني تعطل الغربال بأكمله، و تعطل أو توقف واحد من الغرابيل الثلاثة يعني ضرورة توقف الغربالين الباقيين و عليه توقف

النظام الإنتاجي كله، مع العلم أن جميع ناقلات الحركة الستين هي من نفس النوع ، كما أن المؤسسة تعتمد سياسة الصيانة الإصلاحية بالنسبة لهذا الجزء، بمعنى تنتظر حتى تعطل ناقل للحركة ثم تقوم بعملية استبداله، إذ عملية استبدال ناقل واحد فقط تعني ضرورة استهلاك وقت قدره ساعتين لعملية الفك و التركيب، و بالتالي سوف يكون من المجدي استبدال جميع الناقلات في آن واحد بدل استبدال كل ناقل على حدى، بالإضافة إلى هذا تم الحصول على المعلومات التالية :

ا-سعر ناقل الحركة الواحد في السوق يقدر بـ:200 دج

ب-الميكانيكي بالوحدة الذي أجرنه 25957 دج يستهلك ساعتين من الوقت لإصلاح العطب الناتج عن تعطل ناقل الحركة.

ج-توقف النظام الإنتاجي بالوحدة بسبب التعطل يحتاج إلا أكثر. من8 ساعات لإعادة تشغيله بسبب ضرورة القيام بأعمال التفتيش التنظيف لبقايا المادة الأولية .

III-1-2-الحزام الناقل للحركة في مولد الهواء المضغوط: مولد الهواء المضغوط هو الجهاز المسؤول عن إعادة رفع المادة الأولية المرحية للأعلى من أجل الهبوط مرة أخرى مرورا بالغرابيل الثلاثة السابقة، حيث هناك ستة محركات للهواء المضغوط، مع العلم حسب مهندس الإنتاج أن تعطل محرك واحد يعني ضرورة توقيف النظام الإنتاجي ككل، كما أن كل محرك يحتوي على 15 ناقل حركة من نفس النوع مربوطة بالتتالي بمعنى تنقل الحركة الواحد تلوى الآخر، و هذا ما يعني أن تعطل ناقل حركة واحد يعني توقف المحرك ككل، و هذا الآخر يعني ضرورة توقف النظام الإنتاجي ككل، مع العلم أن

توقف النظام الإنتاجي بهذا الشكل هو الآخر كما في الحالة السابقة يعني ضرورة التوقف لأكثر من 8 ساعات لأجل التنظيف ثم إعادة التشغيل، كما تم الحصول على المعلومات الإضافية التالية :

أ- سعر هذا النوع من ناقل الحركة هو :200 دج .

ب- مدة الإصلاح المستغرقة من طرف الميكانيكي هي 2 ساعة عمل.

ت- المؤسسة تعتمد سياسة الصيانة الإصلاحية في التعامل مع هذا الجزء.

III -2-تحديد التوزيع الاحتمالي للعطل للمصنوعتين

III -2-1-معالجة معدل العطل:لأجل التمكن من انجاز هذا العمل لا بد في البداية من الحصول على التوزيع الاحتمالي الذي يتبعه معدل عطل الجزئين السابقين، و لأنه من المتعذر إجراء التجارب على هذين الجزئين كما أن كتيب التعليمات لا يحتوي على مثل هذه المعلومات، تم الاعتماد على تواريخ العطل السابقة لأحد نواقل الحركة لكل نوع من النوعين السابقين و التي نلخصها في الجدول التالي رقم (2) مع العلم أن هذه المعلومات تم الحصول عليها من مهندس الإنتاج بالوحدة من خلال تفحص الوثائق من جانفي 2000 و حتى ديسمبر 2005 :

الجدول (2) : تواريخ التعطل لكل مصنوعة.

تاريخ العطل الحزام الناقل للحركة للغربال	تاريخ العطل الحزام الناقل للحركة لمولد الهواء المضغوط
2000-01-07	2000-01-14
2000-02-12	2000-03-17
2000-04-02	2000-04-29
2000-04-27	2000-07-03
2000-07-06	2000-10-01

2000-11-17	2000-12-17
2001-02-19	2001-02-03
2001-05-14	2001-06-02
2001-08-21	2001-09-20
2002-05-05	2002-02-14
2002-06-28	2002-08-19
2002-12-13	2003-04-07
2003-02-28	2003-04-15
2002-12-25	2004-06-03
2004-07-04	2004-12-07
2004-10-02	2005-08-06
2004-12-20	2005-10-20
2005-05-13	2005-12-29
2005-08-17	
2005-12-13	

المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق مهندس الإنتاج.

و لأن تعطل هذه المصنوعات يتوقف على حجم التشغيل و بالتالي على كمية الإنتاج لذا فمن الضروري ربط التوزيع الاحتمالي للتعطل بحجم الإنتاج، و عليه تم الحصول على حجم الإنتاج من جانفي 2000 و حتى ديسمبر 2005 من طرف نفس المهندس وهذا ما يظهره الجدول التالي رقم (3) .

الجدول (3) : كمية الفرينة المنتجة من شهر جانفي 2000 إلى ديسمبر 2005. الوحدة: قنطار

01	ج1	11746	10887	8085	3876	3498	5697

	ج2	17092	7336	13890	7170	8518	7299
02	ج1	6708	9049	2762	4877	2210	6854
	ج2	16196	10461	5790	3583	4266	5895
03	ج1	14010	6030	5662	3419	8979	7156
	ج2	12121	11601	0	6586	6327	7721
04	ج1	13416	12878	10939	5460	6024	6277
	ج2	14597	15712	9630	6796	6382	4523
05	ج1	13449	4102	5664	5388	2017	5713
	ج2	16893	12664	1162	5027	4749	7676
06	ج1	16055	5376	352	5823	4909	4595
	ج2	11219	6465	8009	336	1728	2871
07	ج1	12428	5058	0	0	1711	2413
	ج2	14664	14783	6737	0	7136	5669
08	ج1	14430	4460	3916	0	7222	1425
	ج2	12827	1667	3525	2250	6731	3862
09	ج1	5623	8484	7186	4872	6617	5938
	ج2	575	6922	0	6187	4139	6531
10	ج1	3317	6583	7383	4603	4545	3277
	ج2	11894	7055	8575	9969	5530	3095
11	ج1	11308	1304	4728	999	4125	1877
	ج2	9071	10952	4648	0	3987	5075
12	ج1	12261	0	4025	4962	6494	5638
	ج2	5243	1959	3664	7182	3826	2354

ج1: النصف الأول من الشهر.

ج2 النصف الثاني من الشهر.

المصدر : من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق مهندس الإنتاج (أو لوحات القيادة).

بعد الحصول على تواريخ تعطل المصنوعات السابقة و بالاعتماد على الجدول السابق رقم (3)، يمكن لنا تحديد حجم الإنتاج بعد كل تعطل كما يظهره الجدول التالي رقم (4):

جدول رقم (4):حجم الإنتاج بين كل عطلين من جانفي 2000 إلى ديسمبر 2005. الوحدة:قنطار

تاريخ عطلين متتابعين	الحزام الناقل للحركة للغربال حجم الإنتاج بين عطلين	تاريخ عطلين متتابعين	الحزام الناقل للحركة لمولد الهواء المضغوط حجم الإنتاج بين عطلين
07-01-2000	27939	14-01-2000	38530
12-02-2000		17-03-2000	
12-02-2000	45457	17-03-2000	37545
02-04-2000		29-04-2000	
02-04-2000	53187	29-04-2000	61075
27-05-2000		03-07-2000	
27-05-2000	35623	03-07-2000	58354

	2000-10-01		06-70-2000
48329	2000-10-01	68640	06-70-2000
	2000-12-17		17-11-2000
24577	2000-12-17	46001	17-11-2000
	2001-02-03		19-02-2001
81404	2001-02-03	67101	19-02-2001
	2001-06-02		14-05-2001
47907	2001-06-02	49746	14-05-2001
	2001-09-20		21-08-2001
57067	2001-09-20	103019	21-08-2001
	2002-02-14		05-05-2002
58983	2002-02-14	12234	05-05-2002
	2002-08-19		28-06-2002

74853	2002-08-19	51263	28-06-2002
	2003-04-07		13-02-2002
107128	2003-04-07	23229	13-02-2002
	2004-04-15		28-02-2003
16139	2004-04-15	77943	28-02-2003
	2004-06-03		25-12-2003
60377	2004-06-03	62417	25-12-2003
	2004-12-07		04-07-2004
88222	2004-12-07	33706	04-07-2004
	2005-08-06		02-10-2004
21495	2005-08-06	25351	02-10-2004
	2005-10-20		20-12-2004
17007	2005-10-20	58926	20-12-2004

13-05-2005		29-12-2005	
13-05-2005	25926	----------	----------
17-08-2005		----------	
17-08-2005	34026	----------	----------
12-12-2005		----------	

المصدر : من إعداد الباحث.

بعد المعلومات المتحصل عليها من الجدول السابق و باعتبار قيمة Q هي الإنتاج المقابل لكل شهر إذا ما افترضنا العمل بانتظام أي 16296 قنطار يمكن لنا تحديد التوزيع الاحتمالي للمصنوعتين السابقتين وهذا ما يظهره الجدول التالي رقم (5) :

جدول رقم (5) : تحديد التوزيع الاحتمالي لمعدل عطل المصنوعتين.

θ	الحزام الناقل للحركة للغربال				
	$n(\theta-1)-n(\theta)$	$n(\theta)$	$V(\theta)$	Pt	$P_C t$
0	-	19	1	-	-
1	01	18	0.947	0.052	0.0526
2	04	14	0.736	0.210	0.2222
3	05	09	0.473	0.263	0.3571
4	05	04	0.210	0.263	0.5555

5	03	01	0.052	0.158	0.7500
6	00	01	0.052	0	0
7	01	00	0	0.052	1
8	–	–	–	–	–

الحزام الناقل للحركة لمحرك الهواء المضغوط				
$n(\theta-1)-n(\theta)$	$n(\theta)$	$V(\theta)$	Pt	$P_C t$
00	17	1	–	–
01	16	0.914	0.0588	0.0588
03	13	0.764	0.1764	0.1875
04	09	0.529	0.2352	0.3076
05	04	0.235	0.2941	0.5555
02	02	0.117	0.1176	0.5000
01	01	0.058	0.0588	0.5000
01	0	0	0.0588	1
00	0	–	–	–

المصدر : من إعداد الباحث.

III-2-2-حساب التكاليف:بعد تحديد التوزيع الاحتمالي لمعدل العطل تبعا لحجم الإنتاج الذي استعضنا عنه بـ: θ سنقوم بحساب تكلفة إصلاح العطل A و تكلفة توقف الإنتاج B ، و زمن العمل بدون تعطل لكل مصنوعة.

أ- **تكلفة إصلاح العطل A:** إصلاح العطل في هذه الحالة معناه قيام مهندس الميكانيك باستبدال ناقل الحركة بآخر،و كما سبق تبيانه فإن العملية تستغرق ساعتين من ساعات عمل هذا الميكانيكي المقدرة بـ:176 ساعة عمل في الشهر على أساس وجود 22 يوم عمل في الشهر، بثمانية ساعات في اليوم حيث وبعد الحصول على سعر المصنوعة و بعد معرفة الأجرة الشهرية لهذا العامل نجد:

تكلفة الإصلاح A= سعر الجهاز في السوق+ أجرة الميكانيكي لمدة ساعتين.

2 X[176/[(0.35+1)25957]]+200 =

598.2 دج =

ب-**تكلفة انقطاع الإنتاج** B : إذا حدث العطل فإن هذا يعني توقف النظام الإنتاجي لمدة تقدر بحوالي 8 ساعات كما سبق ذكره، و هذا يعني توقف فريق عمل يتكون من 12 عامل توظيب خلال هذه المدة و بالتالي نجد :

تكلفة انقطاع الإنتاج B = (15854 X12)/22

8647.63 دج =

ج- **زمن العمل بدون تعطل** $\bar{t}$:

1- بالنسبة للحزام الناقل لحركة الغرابيل:بعد إجراء الحسابات حيث $\bar{t} = \sum t_i \times P_t$ نجد: $\bar{t} = 3.467$

.

2- بالنسبة للحزام الناقل لحركة محرك ضغط الهواء:بعد إجراء الحسابات نجد : $\bar{t} = 3.646$

III-2-3- معالجة البيانات:

بعد الحصول على جميع المعلومات اللازمة للمفاضلة يمكن لنا إنشاء الجدولين (6) و (7) اللازمين لعملية المفاضلة :

III-2-4-تحديد زمن إجراء الصيانة الوقائية :

أ- **بالنسبة للحزام الناقل للحركة في محرك الهواء المضغوط:** من الجدول رقم (6) واستنادا إلى المعلومات أسفله ($C_1 = 2851.914$) نجد انه :

إذا كانت $0 \le \theta \le 3$ فإن $C_1 < A\frac{V(\theta)}{\bar{\ell}_\theta}$ بمعنى $1 < \frac{C_1}{C_2}$ ، و هذا ما يدل على أن $C_2 < C_1$ فالأحسن الأخذ بسياسة الصيانة الوقائية لهذه المصنوعة في اللحظة θ التي تحقق :

$$\lambda(\theta)\bar{t}_\theta + V(\theta) = \frac{A+B}{B}$$

و حيث أن : $1.0691757 = \frac{A+B}{B}$ وهي أكبر بقليل من القيمة 0.99999 الموافقة للقيمة $\theta = 1$ وبالتالي فإن أحسن لحظة لإجراء الصيانة الوقائية لهذا الجزء هي بعد العمل لمدة وحدة من وحدات الزمن و التي توافق حجم إنتاج قدره :16296 قنطار ، و تكون التكلفة C_2 عند حدها الأدنى حوالي :1248.97 دج ، و يكون بالتالي حجم التخفيض في التكاليف عن السياسة المتبعة من طرف المؤسسة هو $\frac{C_1 - C_2}{C_1}$ بحيث :

$$\frac{C_1 - C_2}{C_1} = \frac{2851.914 - 1248.97}{2851.914}$$
$$= 56.20\%$$

مع ملاحظة أن حجم هذا التخفيض في التكلفة يمكن تحقيقه بالنسبة لجميع الأحزمة الناقلة للحركة في محرك الهواء المضغوط إذا اتبعنا السياسة السابقة .

ب-**بالنسبة للحزام الناقل لحركة الغرابيل:**من الجدول رقم (7)، واستنادا إلى المعلومات أسفله المتعلقة بقيمة C_1 و $\frac{A+B}{B}$ نجد أنه :

إذا كانت $0 \le \theta \le 3$ فإن $C_1 < A\frac{V(\theta)}{\bar{\ell}_\theta}$ بمعنى $1 < \frac{C_1}{C_2}$ ، و هذا ما يدل على أن $C_2 < C_1$ فالأحسن الأخذ بسياسة الصيانة الوقائية لهذه المصنوعة في اللحظة θ التي تحقق :

$$\lambda(\theta)\bar{t}_\theta + V(\theta) = \frac{A+B}{B}$$

و حيث أن : $1.0691757 = \frac{A+B}{B}$ وهي أكبر بقليل من القيمة 0.99999 الموافقة للقيمة $\theta = 1$ وبالتالي فإن أحسن لحظة لإجراء الصيانة الوقائية لهذا الجزء هي بعد العمل لمدة وحدة من وحدات الزمن و التي توافق حجم إنتاج قدره :16296 قنطار ، و تكون التكلفة C_2 عند حدها الأدنى حوالي :1248.97 دج ، و يكون بالتالي حجم التخفيض في التكاليف عن السياسة المتبعة من طرف المؤسسة هو $\frac{C_1 - C_2}{C_1}$ بحيث :

$$\frac{C_1 - C_2}{C_1} = \frac{3000 - 1180.14}{3000}$$
$$= 60.66\%$$

مع ملاحظة أن حجم هذا التخفيض في التكلفة يمكن تحقيقه بالنسبة لجميع الأحزمة الناقلة للحركة للغرابيل إذا ما اتبعنا السياسة السابقة .

خاتمة:أصبح بالإمكان ترشيد تكاليف الصيانة حتى حدها الأدنى على غرار باقي الموارد الأخرى، و يرجع الفضل في هذا إلى انتقال مصطلح الامثلية من مجرد فكرة نظرية إلى إمكانية التطبيق على ارض الواقع بسبب مرونة النماذج الاحتمالية وقدرتها على محاكاة الواقع دون الاعتماد على فروض منافية له،فالنماذج الاحتمالية الخاصة بمحاكاة عطل الآلات يمكن أن تعطي حلولا مثلى يمكن التوصل إليها في الواقع من خلال جعل معدل العطل يتبع حجم الإنتاج بدل اعتباره متغير عشوائي يتبع عنصر الزمن في تغيراته.

المراجع والهوامش:

1-شوقي إسماعيل شحاتة، نظرية المحاسبة المالية من منظور إسلامي، الزهراء للإعلام العربي،القاهرة ، مصر، 1987، ص .164

2- أحمد طرطار، الترشيد الاقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة، ديوان المطبوعات الجامعية، ط2001، الجزائر، ص 66 ،نقلا عن: رشوان رفيق الحلبي، الصيانة مفاهيم وأنظمة-مقال-، ص 42.

3- محمد نمر علي أحمد، المفهوم الإداري للصيانة الصناعية وتطورها، مجلة الكفاية الإنتاجية،عمان ،الأردن، 1989، ص 48.

4- عبد الفتاح أبو بكر، الصيانة الصناعية، مركز تطوير الإدارة والإنتاجية، الإسكندرية، مصر،1991، ص2.

5- صالح الشنواني، إدارة الإنتاج، مركز الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية، مصر، 2000، ص 200.

6- G.Javel **:** Pratique de la gestion industrielle – organisation, méthodes et outils, DUNOD, Paris, 2003, P 249.

7- G.Bosser et J.M. Gaillard **:** Maintenance des systèmes de production, les éditions FOUCHER, Paris, 1990, P 102.

8 – خضير كاظم حمود، هايل يعقوب فاخوري، إدارة الإنتاج و العمليات،دار صنعاء للنشر و التوزيع،عمان ،الأردن، ص 123.

9- على يونس، التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج، المكتب العربي الحديث، الإسكندرية،مصر، 1997، ص 147.

10- G.Javel; Op-cit, P 249.

11- على حسن : مشاكل الإنتاج الصناعي، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 1998، ص .125

12- ر . ح . فؤاد الحديثي وآخرون، الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة المبرمجة، دار وائل للنشر والتوزيع، ط1 ، عمان، الأردن، 2004، ص 43.

13 - F. Monchy : La fonction maintenance – formation à la gestion de la maintenance industrielle -,
MASSON, 2 ème édition, Paris, 1996, P 58.

14- رياض صديق أبو حامد آل علي و آخرون، وظائف المنظمة المعاصرة – نظرة بانورامية عامة – ، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، ط1، عمان، الأردن، 2001، ص 150.

15- سونيا محمد البكري،تخطيط ومراقبة الإنتاج،الدار الجامعية، الإسكندرية،مصر، مرجع سابق، ص 240.

16- F.Monchy , op-cit, P 33.

17- M.Gabriel et J-C.Rault : Systèmes experts en maintenance, édition MASSON, Paris, 1987, P 13

18- F.Monchy , op-cit, P 34.

19- G.Javel , op-cit, P 249.

20- سامي مظهر قنطقجي، ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية، www.kantakji.org،02 ديسمبر 2005، 1.51 ميغابايت، ص 49.

21--G.Bosser j.M Guillard, op-cit .P156.

22- سامي مظهر قنطقجي، مرجع سابق، ص .51

23- سامي مظهر قنطقجي : ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية، منشورات جامعة حلب، سوريا، 1995، ص 27.

24- خطير كاظم حمود و هايل يعقوب فاخوري، مرجع سابق، ص .135

25- Robert faure, Precis de Recherche Opérationnelle. Aubin Imprimeur 1er ed, paris, 1979.P133.

26- Ibid;p134 .

27- علي كساب،الامثلية في الإنتاج الصناعي، رسالة ماجستير غير منشورة، معهد العلوم الاقتصادية،جامعة الجزائر ،،1986،ص131.

28- Robert Faure,OP.cit,P-P, 143-145.

29-Robert Faure,OP.cit,P-P, 143-14.5 .

30 - Ibid;p144.

31- Ibid.P145.